



RAPORTTEJA 204

ENERGIAN KÄYTÖN HIILIPÄÄSTÖT JA METSIEN HIILINIELUT ETELÄ-SAVOSSA

**– TULEVAISUUDEN SKENAARIOIDEN
ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET**

SUSANNA KUJALA, OUTI HAKALA JA JOUKO KINNUNEN



ENERGIAN KÄYTÖN HIILIPÄÄSTÖT JA METSIEN HIILINIELUT ETELÄ-SAVOSSA

– TULEVAISUUDEN SKENAARIOIDEN ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET

SUSANNA KUJALA, OUTI HAKALA JA JOUKO KINNUNEN

2020

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Julkaisija Helsingin yliopisto
Ruralia-instituutti
www.helsinki.fi/fi/ruralia-instituutti

Sarja Raportteja 204

Kannen kuva Susanna Kujala

ISBN 978-951-51-3791-3 (pdf)
ISSN 1796-0630 (pdf)

ESIPUHE

Hiilineutraaliuteen pyritään monin eri keinoin ja tavoitteita on asetettu useille eri aluetasolle. Hiilineutraaliuteen tähtäävillä keinoilla ja muutosten aikataululla on ilmasto-vaikutusten lisäksi myös esimerkiksi talousvaikutuksia. Koska tavoitteena on päästä hiilineutraaliuteen alueellisestikin reilulla tavalla, on syytä huomioida myös muutosten alueelliset vaikutukset. *Hiilivapaa Etelä-Savo* -hankkeen tavoitteena oli edistää keinoja hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon tavoitteisiin pääsemiseksi tarkastelemalla energiantuotannon ja -käytön ratkaisuja sekä metsien hiilitasetta. Lisäksi hankkeessa selvitettiin, mitkä ovat näiden keinojen arvioidut aluetaloudelliset vaikutukset. Tämä raportti keskittyy aluetaloudellisten vaikutusten arviointien tarkasteluun.

Aluetalouden mallinnus -osatehtävän toteutuksesta vastasi Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin mallinnustiimi. Aineistotyöstä, laskelmista ja raportoinnista vastasivat tutkijat Susanna Kujala sekä Outi Hakala. RegFinDyn-simulointimalliin lisätystä päästömoduulista sekä tärkeästä mallinnusasiantuntemuksesta vastasi Ålands statistik- och utredningsbyrå:n (ÅSUB) tutkimusjohtaja Jouko Kinnunen, joka toimii myös vierailevana tutkijana Ruralia-instituutissa. Lisäksi professorit Hannu Törmä ja Sami Kurki tarjosivat hankkeessa asiantuntijatukea.

Kiitämme hanketta rahoittaneita Euroopan aluekehitysrahastoa (EAKR), Mikkelin seudun aluekehitysrahastoa sekä Suur-Savon energiasäätiötä. Kiitokset yhteistyöstä menevät hankkeen muissa osatehtävissä työskennelleille henkilöille Lappeenrannan-Lahden teknillisestä yliopistosta sekä Luonnonvarakeskuksesta. Kiitos myös hankkeen ohjausryhmälle tärkeästä ohjauksesta ja asiantuntemuksesta. Raportin taittotyöstä kiitokset menevät graafinen suunnittelija Jaana Huhtalalle.

Toivomme hankkeen tulosten hyödyttävän ja tukevan tulevaisuuden päätöksentekoa Etelä-Savossa.

Seinäjoella, elokuussa 2020

Tekijät

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	7
ABSTRACT	9
1 TAUSTA JA TAVOITTEET	11
2 AINEISTO JA MENETELMÄ	14
2.1 Aineiston kuvaus	14
2.2 RegFinDyn-malli.....	14
3 TULEVAISUUDEN SKENAARIOT	16
4 TULOKSET	22
4.1 Etelä-Savon arvioitu kehitys perusuralla (BAU)	22
4.2 Aluetaloudelliset vaikutukset eri skenaarioissa	23
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	32
LÄHTEET	34

KUVIOT

Kuvio 1. Etelä-Savon kasvihuonekaasupäästöt	12
Kuvio 2. Puuston poistuma ja kasvu Etelä-Savossa	12
Kuvio 3. Laskelmien aineistolähteet	14
Kuvio 4. Skenaarioiden tarkastellut osa-alueet.....	17
Kuvio 5. Kantorahatulojen arvon kehitys vuosina 2018–2042.....	17
Kuvio 6. Energian käyttö skenaarioissa.....	19
Kuvio 7. Autokannan kehitys skenaarioissa.....	20
Kuvio 8. Päästökehitys energia- ja liikennesektorilla skenaarioissa.....	21
Kuvio 9. Etelä-Savon ABKT:n, kulutuksen, työllisyyden ja väestön vuosittainen kehitys perusuralla prosentteina	23
Kuvio 10. Vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna	24
Kuvio 11. Vaikutukset Etelä-Savon työllisyyteen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna	25
Kuvio 12. Vaikutukset Etelä-Savon yksityiseen kulutukseen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna	25
Kuvio 13. Vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, miljoonaa euroa perusuraan verrattuna	26
Kuvio 14. Vaikutukset Etelä-Savon työllisyyteen eri skenaarioissa, henkilötyövuosia perusuraan verrattuna	27
Kuvio 15. Vaikutukset Etelä-Savon väestöön eri skenaarioissa, henkilöä perusuraan verrattuna	27
Kuvio 16. Metsäsektorin muutosten vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, miljoonaa euroa perusuraan verrattuna.....	28
Kuvio 17. Kokonaispäästökehitys prosentteina eri skenaarioissa vuoteen 2017 nähden.	30
Kuvio 18. Hiilipäästöjen ja -nielujen nettovaikutus eri skenaarioissa	31

TAULUKOT

Taulukko 1. Tulevaisuuden skenaariot.....	16
Taulukko 2. Arvioitu Etelä-Savon ABKT:n, kulutuksen, työllisyyden ja väestön absoluuttinen kehitys perusuralla.....	23

TIIVISTELMÄ

Hiilineutraaliksi maakunnaksi pääseminen vaatii muutoksia erityisesti energiantuotannossa ja liikenteessä. Tarvittavilla muutoksilla on vaikutusta myös aluetalouteen. Tässä raportissa tarkastellaan Etelä-Savon kolmen vaihtoehtoisen hiilineutraaliutta tavoittelevan tulevaisuuden skenaarion aluetaloudellisia vaikutuksia, jotka arvioitiin yleisen tasapainon RegFinDyn-mallilla. Tulevaisuuden skenaariot keskittyvät päästöjen ja hiilinielun näkökulmasta kahteen keskeiseen osa-alueeseen; energiasectoriin ja metsätalouteen. Tarkastelu on osa *Hiilivapaa Etelä-Savo* -hanketta.

Tulosten perusteella hitaampi energiasektorin muutosvauhti kohti vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja (päästötavoitteet saavutettu 2050) ja metsätalouden tehostaminen voisivat edistää Etelä-Savon taloutta ja työllisyyttä kymmenillä miljoonilla euroilla ja sadoilla henkilötyövuosilla (Talous ensin -skenaario). Hyvin nopea energiasektorin muutosvauhti (päästötavoitteet saavutettu 2030) sekä metsätalouden merkittävä supistaminen hiilinieluja korostaen puolestaan laskisi päästöjä tehokkaasti, mutta aluetalous kärsisi selvästi (Ilmasto ensin -skenaario). Päästötavoitteeseen pyrkiminen vuoteen 2040 mennessä ja metsätalouden pieni supistaminen muodostavat todennäköisesti sen realistisimman skenaarion (Kompromissi -skenaario), missä tasapainoiltaan päästötavoitteiden ja talouden välillä. Siinä päästöt laskevat ja aluetalouteen kohdistuisi pientä laskua tarkastelujakson alkuvuosina, mutta talousvaikutus kääntyisi pidemmällä aikavälillä hieman positiiviseksi.

Tulokset toivat esiin sen, että metsätaloudella on Etelä-Savossa merkittävä rooli niin hiilineutraaliuden kuin taloudenkin näkökulmasta. Metsätalouden muutokset muodostavat suurimman osan tarkasteltujen skenaarioiden talousvaikutuksista, mutta myös energiasektorin muutoksilla on vaikutuksensa. Energiahuollon ja liikenteen päästövähennysratkaisuilla voidaan edistää aluetaloutta etenkin pidemmällä aikavälillä, jos siirrytään käyttämään muualla tuotetun energian ja polttoaineiden sijaan paikallista (uusiutuvaa) energiaa. Päästötarkasteluiden perusteella päästövähennystoimenpiteissä on syytä ottaa huomioon energiasektorin lisäksi myös muut toimialat ja talouden kehitys, jotta tavoitteisiin todella päästäisiin.

Tarkastelluilla skenaarioilla pyrittiin tuomaan esiin erilaisten vaihtoehtoisten polkujen mahdollisia vaikutuksia Etelä-Savon talouteen, työllisyyteen, väestöön sekä hiilidioksidipäästöihin päätöksenteon tueksi. Tarkasteluiden oletuksiin liittyy useita epävarmuustekijöitä, mikä on hyvä ottaa huomioon tuloksia tulkitessa. Tulokset antavat kuitenkin vähintäänkin suuntaa vaihtoehtoisten kehityskulkujen aluetaloudellisista vaikutuksista.

ABSTRACT

CARBON EMISSIONS FROM ENERGY SECTOR AND FORESTS' CARBON SINKS IN SOUTH SAVO – THE REGIONAL ECONOMIC IMPACTS OF FUTURE SCENARIOS

Reaching regional carbon neutrality requires changes that affect the regional economy. This report discusses the regional economic impact of three alternative future scenarios for carbon-neutral South Savo, a province in eastern Finland at the NUTS3 level. The impact was estimated with the RegFinDyn model, which is a computable general equilibrium model (CGE). The scenarios focus on two aspects that are relevant for greenhouse gas (GHG) emissions and carbon sinks: the energy sector and forestry. The impact estimations are part of the Carbon-free South Savo project.

The estimation results suggest that in the economy-first scenario a slower change in the energy sector towards low-carbon alternatives (emission reduction targets reached by 2050) combined with intensified forestry could boost the regional gross domestic product and employment in South Savo by tens of millions of euros and hundreds of person-years. In the climate-first scenario, a very quick change in the energy sector (emission reduction targets reached by 2030) and a significant reduction in forestry that emphasizes the carbon sinks could reduce emissions remarkably but the regional economy would suffer clear losses. The compromise scenario, in which the energy sector aims to reach emission reduction targets by 2040 and forestry is slightly reduced, may be considered the most realistic scenario. It balances emission reduction targets and economic development. According to the estimation, the compromise scenario could result in reduced emissions. It could also cause a slight reduction in the regional economy during the first years but a minor increase in the economy in the long run.

The estimation results show that forestry is important for South Savo when considering carbon neutrality and the economy. The economic impact of each scenario is mainly determined by the changes in forestry, but also the changes in the energy sector have a clear impact. The emission reduction measures in energy production and transportation may boost the regional economy especially in the long term if the imported energy products are replaced with local (renewable) energy. The emission calculations suggest that it is important to consider other industries alongside the energy sector as well as economic development in order to achieve the carbon neutrality objectives.

The scenarios were created in order to present the possible impact of alternative development paths on the economy, employment, population and GHG emissions in South Savo and support decision-making. The assumptions made in the estimation process entail some degree of uncertainty, which is good to bear in mind when interpreting the results. Nevertheless, the results give, at least, an indication about the regional economic impact of alternative development paths towards carbon neutrality in South Savo.

1 TAUSTA JA TAVOITTEET

Suomen kansallinen ilmastopoliittikka muotoillaan kansainvälisten sopimusten ja EU:n ilmastopoliittikan asettamissa raameissa. Kansallisella tasolla ilmastopoliittisia linjauksia on tehty vuonna 2014 julkaistulla energia- ja ilmastotiekartalla 2050, vuonna 2015 voimaan tulleella ilmastolailla, vuonna 2016 laaditulla kansallisella energia- ja ilmastostrategialla sekä vuonna 2017 valmistuneella keskipitkän aikavälin ilmastopoliittikan suunnitelmalla. (Ympäristöministeriö, 2020.)

Ilmastolaissa on asetettu vuotta 2050 koskevia pitkän aikavälin tavoitteita. **Ilmastolain päästövähennystavoite noudattaa Euroopan komission visiota vähentää päästöjä 80 prosentilla vuoteen 2050 mennessä vertailuvuoteen 1990 nähden. Ilmastolakia uudistetaan vastaamaan Marinin hallituksen asettamaa tavoitetta hiilineutraalista Suomesta vuoteen 2035 mennessä.** (Ympäristöministeriö, 2020.) Hiilineutraalilla alueella tuotetaan ilmakehään kasvihuonekaasupäästöjä enintään sen verran kuin niitä pystytään alueen hiilinieluilla sitomaan.

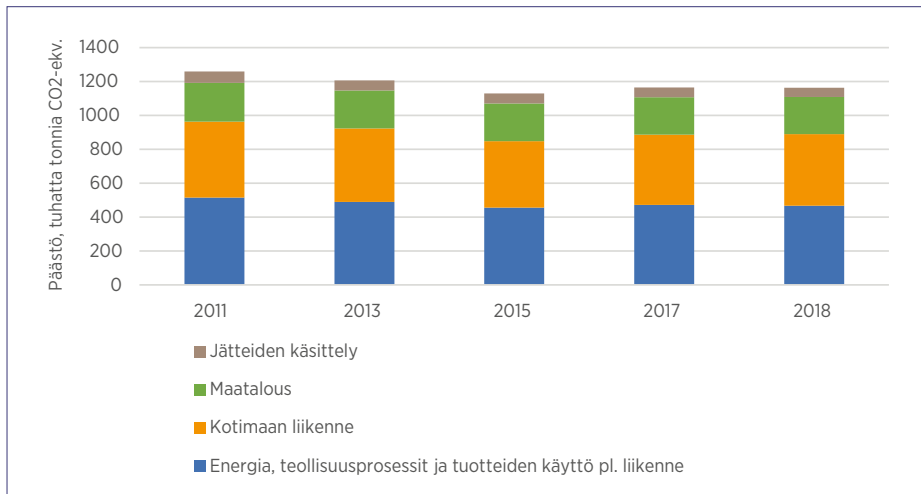
Ilmastotyötä tehdään myös aluetasolla. Maakunnissa tai kunnissa on saatettu asettaa hiilineutraaliustavoite kansallista tasoa korkeammalle kuten vuoteen 2030. Näistä lähtökohdista ryhdyttiin tarkastelemaan Etelä-Savon hiilineutraaliutta.

Kansallisen hiilineutraaliustavoitteen saavuttamisen kokonaistaloudellisia vaikutuksia ovat tarkastelleet Koljonen ym. (2020). Kyseisessä selvityksessä (PITKO-jatko-selvitys) huomioitiin erilaiset vähäpäästöskenaariot sekä Luken toteuttaman MALUSEPO-selvityksen (ks. Luke, 2019) mukaisesti maataloussektorin, maankäytön ja metsätalouden päästökehitys. Koljonen ym. (2020) ovat keskittyneet kansallisiin vaikutuksiin, eivät alueellisiin. Hiilineutraaliustavoitteeseen liittyen hallitusohjelmaan on kirjattu pyrkimys sosiaaliseen ja alueellisen oikeudenmukaisuuteen (Valtioneuvosto, 2020). Hiilineutraaliuden aluetaloudellisia vaikutuksia ei ole kuitenkaan aiemmin selvitetty kattavalla tavalla. Poikkeuksen muodostaa Ahvenanmaa, jonka tulevaisuuden kehityskulkuja tarkastelevassa selvityksessä huomioidaan myös päästövähennysten ja hiilinielujen vaikutus maakunnan talouteen (ÅSUB, 2019). Etelä-Savon hiilineutraaliuteen liittyviä aiheita ovat tarkastelleet talouden näkökulmasta mm. Storhammar & Tohmo (2018) turvetuotannon, Kujala ym. (2017) metsätalouden ja Vanhanen ym. (2015) energiantuotannon polttoainevalintojen osalta.

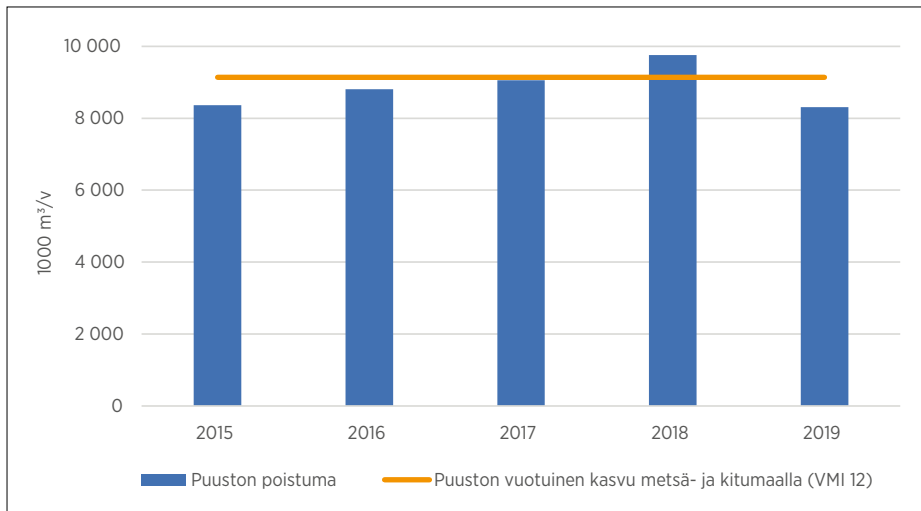
Hiilidioksidineutraalin (ts. hiilineutraalin) maakunnan tavoitteessa energiantuotannon ja -käytön rakenne on keskeisessä roolissa. Energia ja teollisuusprosessit sekä kotimainen liikenne aiheuttavat yhteensä noin 75 prosenttia Etelä-Savolle kohdistettavista kasvihuonekaasupäästöistä, kuten kuviosta 1 ilmenee (SVT, 2020a). Energiantuotannossa muutoksia on jo jonkin verran tehty, mutta hiilidioksidineutraaliin tuotantorakenteeseen on vielä matkaa. Vastaavasti maakunnan hiilineutraalius edellyttää liikenteen päästöjen vähentämistä, mikä puolestaan edellyttää muutoksia esimerkiksi alueen asukkaiden tekemissä kulutuspäätöksissä sekä mahdollisesti poliittisesti päätettävissä ohjauskeinoissa. Päästöjä aiheutuu myös etenkin maataloudessa ja jätteiden käsittelyssä. Näissä päästöissä tapahtuvia muutoksia ei ole huomioitu tässä selvityksessä.

Päästöjen rinnalla hiilinielut ovat olennaisia hiilineutraaliuden saavuttamisessa. Suomessa metsät ovat suurimpia hiilinieluja. Metsät toimivat nieluina silloin, kun puuston poistuma on pienempi kuin sen kasvu.

Vuotuiset erot puuston poistumissa voivat olla olennaisia: Etelä-Savossa puuston poistuma voimistui vuoteen 2018 saakka, mutta vuonna 2019 poistuma oli aiempia vuosia pienempi (ks. kuvio 2). Esimerkiksi vuonna 2018 puuston poistuma ylitti keskimääräisen vuotuisen kasvun, mutta tarkastelun ulottaminen muutaman viime vuoden jaksolle viittaa siihen, että puuston kasvu kattaisi jaksolla tapahtuneen puuston poistuman. Metsien hiilensidonta on riippuvainen niihin kohdistuvista toimenpiteistä. Näin ollen onkin tärkeä tuntee, miten metsien käytön kehitys vaikuttaa maakunnan hiilidioksidineutraaliuteen.



Kuvio 1. Etelä-Savon kasvihuonekaasupäästöt. (Tiedot: SVT, 2020a)



Kuvio 2. Puuston poistuma ja kasvu Etelä-Savossa. (Tiedot: Luke, 2020a & 2020b)

Hiilineutraalin maakunnan tarkastelulla voidaan tuoda esiin mahdollisuudet Etelä-Savon elinkeinoelämän kestävään kehittämiseen. Hiilineutraali maakunta houkuttelee uutta yritystoimintaa ja luo uskoa ympäristöllisesti ja taloudellisesti kestävästä tulevaisuudesta alueella. Hiilidioksidineutraali maakunta sopii lisäksi Etelä-Savon maakuntastrategiaan ja markkinointiin antaen ulospäin positiivisen kuvan yhteisiin tavoitteisiin pyrkivästä maakunnasta.

Hiilivapaa Etelä-Savo -hankkeella haettiin ratkaisuja, joilla voidaan saavuttaa maakunnan hiilidioksidineutraalius (ts. hiilineutraalius). Hankkeen tavoitteena oli etsiä keinoja hiilidioksidineutraalin Etelä-Savon tavoitteisiin pääsemiseksi tarkastelemalla energiantuotannon ja -käytön ratkaisuja sekä metsien hiilitasetta ja arvioida niiden aluetaloudelliset vaikutukset. Hankkeen toteuttivat yhteistyössä Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto (LUT) (koordinaattori), Luonnonvarakeskus (Luke) ja Helsingin yliopiston Ruralia-instituutti. Hankkeen aluetalousosiota rahoitti Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR).



Hankkeessa tarkasteltiin vaihtoehtoisia polkuja hiilineutraaliuden saavuttamiseen.
(Kuva: Susanna Kujala)

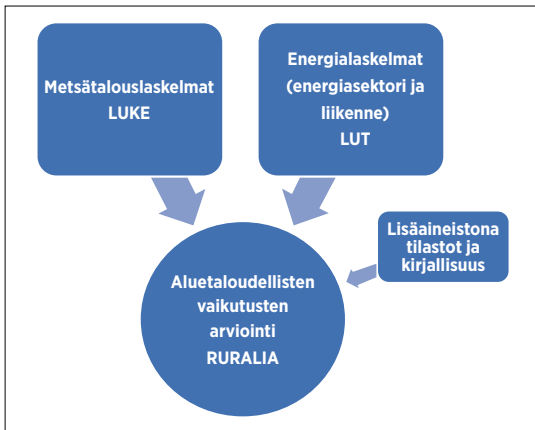
Hanke jakautui kolmeen selkeään osa-alueeseen, joita olivat 1) energia-, liikenne- ja päästölaskelmat (LUT), 2) metsätalouslaskelmat (Luke) sekä 3) aluetalouslaskelmat (Ruralia). **Tässä raportissa tuodaan esiin Helsingin yliopiston Ruralia-instituutin toteuttama aluetaloudellisten vaikutusten arviointien osuus.** Hankkeen muita osuuksia hyödynnettiin tässä raportoiduissa vaikutusten arvioinneissa, mutta niitä ei tarkemmin raportoida tässä raportissa.

2 AINEISTO JA MENETELMÄ

2.1 AINEISTON KUVAUS

Aluetaloudellisten vaikutusten laskentaa varten tarvittavat perustiedot on kerätty Tilastokeskuksen tietokannoista, joista tärkeimpinä lähteinä olivat Tilastokeskuksen kansantalouden- ja aluetilinpivot (SVT, 2019a & 2019b) sekä väestötietokanta (SVT, 2019c; 2019d; 2019e; 2019f; 2019g; 2019h; 2019i). Tärkeimmät lisätietojen lähteet olivat hankkeen muissa osatehtävissä kerätty ja tuotettu aineisto Etelä-Savon päästöskenaarioista ja niihin johtavista metsätalouden, energiasektorin sekä liikenteen muutoksista (ks. Laihanen ym., 2020). Lisäksi laskelmissa hyödynnettiin paljon erilaisia tilastoja (SVT 2019j; 2019k; 2019l; 2019m; 2019n; 2019o; Tilastokeskus, 2019a & 2019b), laskureita (Autokalkulaattori, 2020) ja kirjallisuutta (mm. Pihlatie ym., 2019; Reini ym., 2014; Lahtinen ym., 2018 & 2019) muutosten laajuuden määrittelyyn. Aluetaloustarkastelun aineiston jakautuminen on kuvattu kuviossa 3.

Perusuran¹ kansallisina pidemmän aikavälin talousennusteina käytettiin kansallisten ennustelaitosten keskimääräisiä BKT-ennusteita (Heimonen & Lehtonen, 2019), mutta lähivuosien tuorein ennuste saatiin Valtionvarainministeriön (2020) ennusteista, joissa koronaviruksen vaikutus on otettu huomioon.



Kuvio 3. Laskelmien aineistolähteet.

2.2 REGFINDYN-MALLI

Menetelmänä aluetaloudellisten vaikutusten laskelmissa käytettiin yleisen tasapainon CGE-simulointimallia RegFinDyn (mm. Törmä ym., 2015), joka on kehitetty Helsingin yliopiston Ruralia-instituutissa. Mallilla voidaan tarkastella erilaisten taloudessa tapahtuvien muutosten kokonaisvaikutuksia tarkasteltavalle alueelle huomioiden suorien vaikutusten lisäksi myös välilliset vaikutukset, jotka muodostuvat muutoksen levitessä muualle talouteen esimerkiksi välituotekäytön ja kulutuksen kautta. Malli ottaa huomioon myös alueiden väliset vuodot ja virrat. Aluetalouselaskelmat toteutettiin Gempack -ohjelmistolla (ks. Harrison & Pearson, 1996).

¹ Perusura kuvaa talouden kehitystä alueella ilman tarkasteltavaa muutosta. Skenaarioiden tuloksia verrataan perusuraan.

RegFinDyn-malli on saanut vaikutteita Australian TERM- ja MMRF -malleista (Wittwer, 2012; Horridge & Wittwer, 2010; Adams ym., 2010). RegFinDyn-mallissa ”Dyn” viittaa yli ajan tapahtuvaan laskentaan, jolloin tuloksetkin voidaan raportoida vuosittain. Mallilla voidaan arvioida talousvaikutusten lisäksi vaikutukset muun muassa väestöön. Tässä hankkeessa malliin lisättiin päästömoduuli, minkä avulla voitiin tarkastella eri skenaarioiden talousvaikutusten lisäksi myös päästövaikutuksia kaikkien toimialojen ja toimijoiden osalta. Aluetalouselaskelmiin liitetty päästölaskenta perustuu tilastojen osoittamiin toimialakohtaisiin päästöihin, jotka alueellistettiin aluetilinpidon ja kotitalouksien osalta kulutustilastojen avulla². Päästöjen laskennassa huomioitiin LUTin (Laihanen ym., 2020) muodostamien päästöskenaarioiden mukaiset muutokset energiantuotannon ja -käytön päästöintensiteeteissä³. Laskelmissa oletettiin, että päästöintensiteetit pysyvät vakioina sen osalta kuin ne perustuvat muihin kuin fossiilisten polttoaineiden käyttöön.

RegFin-malleista löytyy tarkemmin tietoa Ruralia-instituutin aluetaloudelliset arvioinnit -sivuilta.

² Päästöjä tilastoidaan eri tavoin ensisijaisesta käyttötarkoituksesta riippuen. Aluetaloustalouden mallinnuksen päästömoduulissa hyödynnetään ensisijaisesti ilmapäästöt toimialoittain -tilastoa (SVT, 2019m). Siinä päästöt kohdistetaan tuotantoyksikön viralliseen kotipaikkaan, vaikka konkreettisesti päästö olisi tapahtunut muualla tai päästöön liittyvä tuote kulutettaisiin muualla. Tämä kohdistusperiaate vastaa kansantalouden tilinpidon ja aluetilinpidon kohdistusperiaatetta.

Tilastokeskus julkaisee myös kansallista ja maakuntakohtaista kasvihuonekaasut-tilastoa (SVT, 2020a), joka on koostettu kansainvälisten ilmastopöytäkirjojen laskentaperiaatteiden mukaisesti. Tässä tilastossa päästöt kohdistetaan alueperiaatteen mukaisesti sille alueelle, missä päästöt ovat syntyneet. Kasvihuonekaasut-tilaston sektorijako ei vastaa toimialajakoa, jota käytetään kansantalouden ja aluetilinpidoissa sekä ilmapäästöt toimialoittain -tilastossa. Eroja on havaittavissa esimerkiksi siinä, miten liikenteen päästöt kohdistetaan eri toimijoille.

LUTin (ks. Laihanen ym., 2020) muodostamissa tulevaisuudenkuissa päästöjen alueellinen kohdistaminen perustuu primäärienergian käyttöön. Näin ollen aluetaloudelliseen mallinnukseen liittyvät kotipaikka-perusteiset, tuotantoon ja kotitalouksien polttoainekäyttöön sidotut päästölaskelmat poikkeavat LUTin laatimista päästölaskelmista antaen täydentävän kuvan hiilineutraaliutta tavoittelevien toimenpiteiden vaikutuksista.

³ Päästöintensiteetillä tarkoitetaan päästöjen kokonaismäärää (CO₂ ekv.) kansantalouden arvonlisäystä kohden.

3 TULEVAISUUDEN SKENAARIOT

Etelä-Savolle määriteltiin perusura⁴ sekä kolme erilaista tulevaisuuden skenaariota. Skenaarioiden muodostamisessa lähtökohtana toimivat hankkeen muiden osioiden tuotokset: Lappeenrannan-Lahden teknillisessä yliopistossa (LUT) tarkasteltiin energiankäytön ja päästöjen muutosta ja Luonnonvarakeskuksessa (Luke) metsätalouden muutosta (Laihanen ym., 2020). LUTin ja Luken hahmottelemat vaihtoehtoiset kehityskulut ulottuvat pisimmillään vuosiin 2050 ja 2052 saakka. Skenaarioiden välisen vertailun mahdollistamiseksi ja talouden kehityssennusteiden epävarmuuden huomioiden⁵ aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnissa tarkastelut ulottuvat vuosiin 2030 ja 2040 saakka.

LUTin työryhmän esittämien tulevaisuudenkuvien mukaan energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt Etelä-Savossa vähenevät jo perusuralla, jatkaen viime vuosien laskevaa päästökehitystä. Päästöjen väheneminen on voimakkaampaa kolmessa vaihtoehtoisessa kehityskulussa, joiden viimeisenä vuonna – joka on 2030, 2040 tai 2050 – päästöt ovat vähentyneet 80 prosenttia vuoden 1990 tasosta. Toisin sanoen jokaisessa skenaariossa on tavoitteena vähentää energiankulutuksesta aiheutuvia päästöjä yhtä paljon, mutta muutoksen nopeus vaihtelee skenaarioiden välillä. Luken työryhmän laatimat tulevaisuudenkuvat puolestaan eroavat toisistaan siinä, korostetaanko metsien käytössä taloudellista tuottoa vai hiilensidontaa vai tasapainotellaanko näiden tavoitteiden välillä.

LUTin ja Luken työpaketeissa muodostetut tulevaisuudenkuvat yhdistämällä Etelä-Savolle hahmoteltiin kolme tulevaisuuden skenaariota (ks. taulukko 1), joiden aluetaloudellisiin vaikutuksiin tämä raportti keskittyy. **Talous ensin** -skenaariossa (SKE 1) metsänhoitoa sekä -hakkuita lisätään ja energiankäytön päästöt vähenevät tavoitteeseensa vuoteen 2050 mennessä. **Ilmasto ensin** -skenaariossa (SKE 2) metsien käytössä keskitytään hiilivaraston kasvattamiseen sekä hakkuiden vähentämiseen ja päästövähennykset toteutetaan nopeammin, vuoteen 2030 mennessä. **Kompromissi**-skenaariossa (SKE 3) metsätaloudessa haetaan ratkaisu edellisten skenaarioiden välistä, jolloin hakkuut hieman laskisivat vuoden 2017 tasosta, ja energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt saavuttavat tavoitetason vuonna 2040.

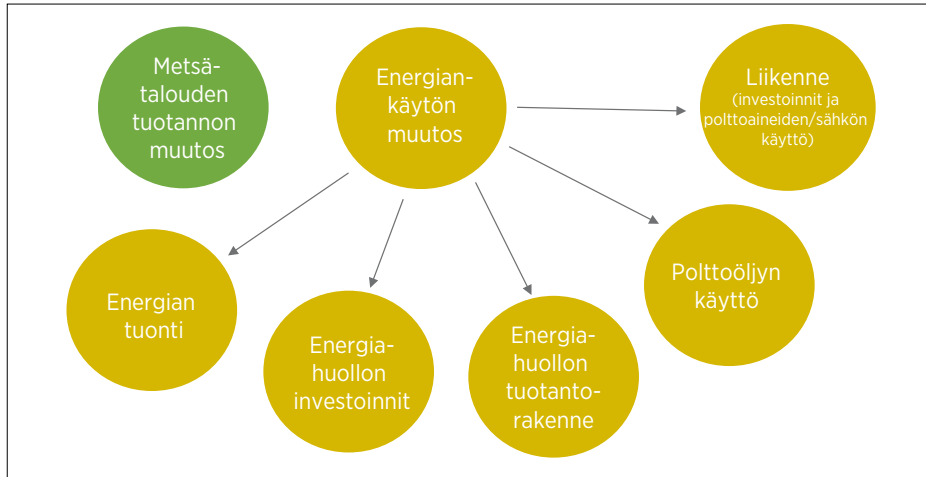
Taulukko 1. Tulevaisuuden skenaariot.

Skenaariot		Kuvaus
SKE 1	Talous ensin	Intensiivinen metsätalous Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2050
SKE 2	Ilmasto ensin	Hiilinielun korostuminen Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2030
SKE 3	Kompromissi	Metsätaloudessa edellisten kompromissi Päästötavoitteiden saavuttaminen vuonna 2040

⁴ Perusura kuvaa arvioitua tulevaisuuden kehitystä valitulla alueella ilman tarkasteltavaa muutosta.

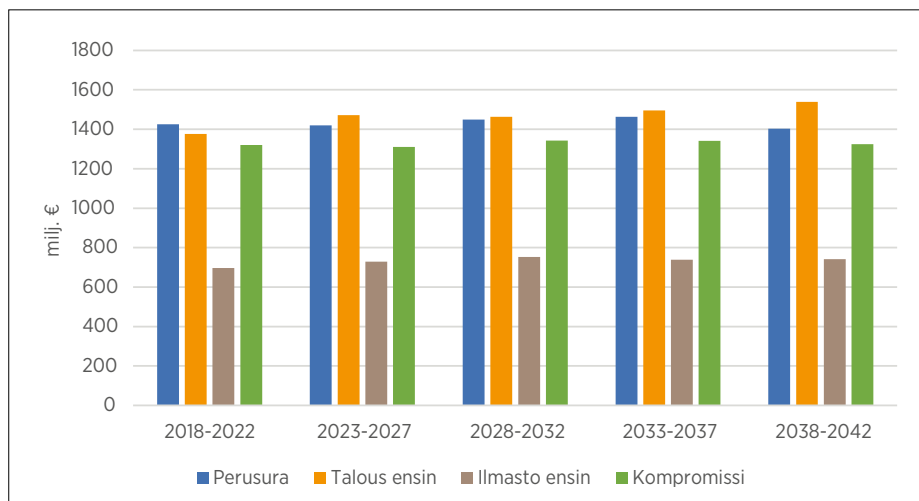
⁵ Taloustutkimukseen ja talouden ennusteisiin erikoistuneet laitokset ovat laatineet pitkän aikavälin kasvunusteet Suomen taloudelle vuoteen 2039 saakka (Heimonen & Lehtonen, 2019).

Skenaarioiden selkeimmät muutokset voidaan jakaa kuvion 4 mukaisiin osa-alueisiin. Metsätalouden tuotannon muutos muodostaa oman kokonaisuutensa. Primäärienergian kulutuksen muutos sisältää useampia osa-alueita: muutoksia tapahtuu niin sähkön tuonnissa, sähkön- ja lämmöntuotannossa, polttoöljyjen käytössä kuin liikenteessä sähköautoistumisen kautta.



Kuvio 4. Skenaarioiden tarkastellut osa-alueet.

Metsätalouden tuotanto vaihtelee skenaarioissa sen mukaan, kuinka voimakkaasti hakkuita toteutetaan ja missä suhteessa hakkuukertymä sisältää tukki-, kuitu- ja energiapuu-ta. Hakkuiden muutos vaikuttaa niin kantorahatuloihin kuin metsänhoidon toimintoihin, puunkorjuuseen ja kuljetuksiin sekä toimialan investointeihin, ja kaikki nämä osa-alueet huomioitiin aluetalousvaikutusten laskennassa. Kuviossa 5 on havainnollistettu Luken (Laihanen ym., 2020) laskelmia kantorahatulojen kehityksestä vuosina 2018–2042 perusuralla ja eri skenaarioissa. Kuten kuviosta voi havaita, kompromissi- ja talous ensin -skenaarioissa muutokset kantorahatuloissa ovat maltillisempia suhteessa perusuraan (± 10 %), mutta hii-



Kuvio 5. Kantorahatulojen arvon kehitys vuosina 2018–2042. (Tiedot: Laihanen ym., 2020)

linielua painottavassa Ilmasto ensin -skenaariossa muutos on merkittävä kantorahatulojen suunnilleen puolittuessa. Muut aluetalousvaikutusten arvioinnissa huomioitua metsätalouden osa-alueet⁶ kehittyvät oletusten mukaan samankaltaisesti kuin kantorahatulot.

Sähkön tuonti Etelä-Savoon muualta Suomesta ja ulkomailta on nykyisin noin 1450 GWh vuodessa (ks. Laihanen ym., 2020). Perusuralla sähkön tuonnin oletetaan kasvavan vuosittain keskimäärin 0,4 prosenttia. Skenaarioissa tuonnin kasvua ei tapahdu, vaan tuontisähkön määrän oletetaan pysyvän vuoden 2020 tasolla. Toisin sanoen sähkönkulutuksessa tapahtuviin muutoksiin vastaaminen tapahtuu alueellista tuotantoa sopeuttamalla.

Fossiilisten polttoaineiden eli liikennepolttoaineiden, polttoöljyjen ja turpeen käytön oletetaan vähenevän Etelä-Savossa niin perusuralla kuin skenaarioissa. Skenaarioissa erot muodostuvat siitä, millä aikataululla ja voimakkuudella fossiilisista polttoaineista luopuminen tapahtuu. Kuviosta 6 ilmenee LUTin (Laihanen ym., 2020) muodostamien tulevaisuudenkuvien mukaiset kehityskulut niin sähkön tuonnin kuin energiankäytön kulutuksen suhteen.

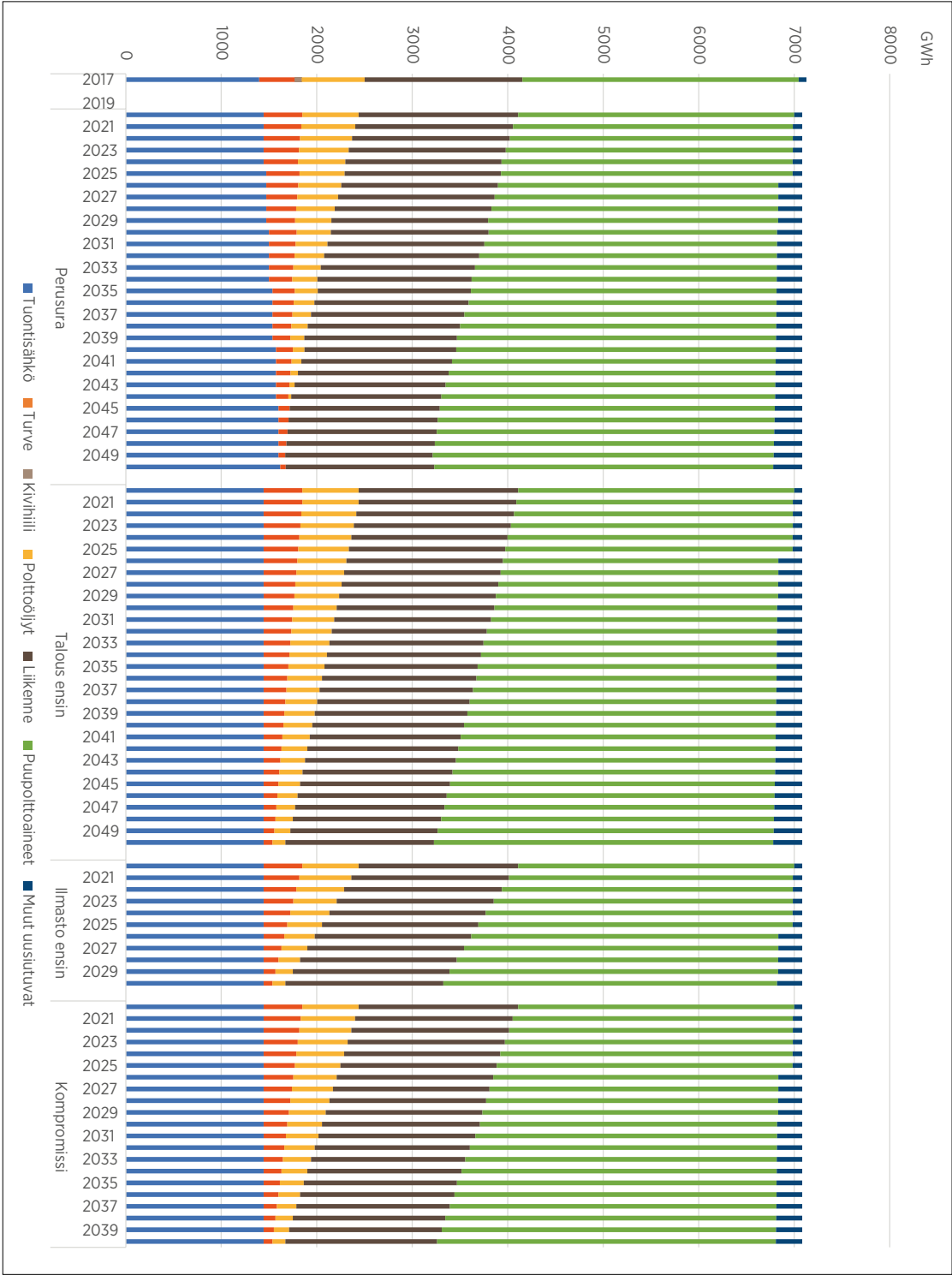
LUTin muodostamissa tulevaisuudenkuviissa oletetaan, että vuotuinen energiankulutus Etelä-Savossa on aiempien vuosien kulutusmäärien mukaisesti 7083 GWh niin perusuralla kuin skenaarioissa (ks. Laihanen ym., 2020). Aluetalousvaikutusten arvioinnissa tämä oletus ei ole voimassa. Esimerkiksi alueen metsien käytössä tapahtuvat muutokset kuten myös tulevaisuudenkuvien sisältämien muutosten aiheuttamat kerrannaisvaikutukset heijastuvat energian kulutukseen eikä siten voida olettaa, että energian kokonaiskulutuksen määrä pysyisi vakiona.

Alueellisella uusiutuvalla energiantuotannolla eli etenkin puupolttoaineilla mutta myös esimerkiksi tuuli- ja aurinkovoimalla korvataan fossiilisia polttoaineita ja tuontisähköä. Muutos edellyttää investointeja energiantuotannon toimialalla ja se vaikuttaa energiantuotannon kustannusrakenteeseen. Uusiutuvan energian tuotantoon tehtävät investoinnit toteutuvat LUTin (Laihanen ym., 2020) tulevaisuudenkuvien mukaisesti jo perusuralla. Skenaarioissa investointeja toteutetaan etenkin siten, että puupolttoaineiden käytön lisääminen on mahdollista ja energiahuollon toimialalla kyetään vastaamaan kasvaneeseen sähkön kysyntään.

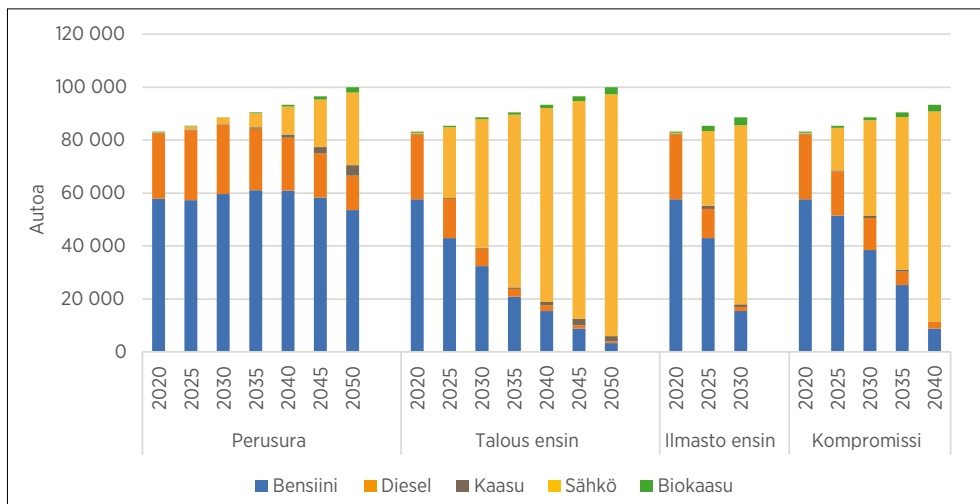
Liikenteessä henkilöautokanta ja energiankäyttö muuttuvat merkittävästi, kun polttomoottoriautoja korvataan sähköautoilla. LUTin (Laihanen ym., 2020) tulevaisuudenkuviissa autokannan muutoksessa on huomioitu henkilöautojen lisäksi muut autokannan muutokset. Aluetalousvaikutusten arvioinnissa tarkastelu keskittyy henkilöautoihin, koska niiden osuus sähköautoistumisessa on huomattava⁷. Polttomoottori- ja sähköautojen sekä kotilatauslaitteen hinnan määrittelyssä hyödynnettiin Suomen Ilmastopaneelin laatimaa Autokalkulaattoria (2020). Sähköautojen hinnan oletetaan laskevan polttomoottoriautojen hinnan tasolle vuoteen 2026 mennessä (ks. Pihlatie ym., 2019). Investointeja yleisessä käytössä olevan sähköautojen latausinfraan rakentamiseksi ei huomioitu aluetalousvaikutusten laskennassa, koska huomioiminen edellyttäisi laajemman teknisen selvityksen infraan tarpeesta Etelä-Savossa. Henkilöautojen energiankulutuksen muutos arvioitiin keskimääräisten ajosuoritteiden ja keskikulutuksen mukaan Autokalkulaattoria (2020) hyödyntäen.

⁶ Arvio metsäomaisuuden arvon kehityksestä tulevana vuosikymmeninä ei sisältynyt tarkasteluun.

⁷ LUTin tulevaisuudenkuviissa tarkastellaan myös raskaassa liikenteessä tapahtuvia muutoksia. Näitä muutoksia ei ole kuitenkaan huomioitu aluetalousvaikutusten arvioinnissa, jossa pyrittiin keskittymään olennaisimpia talousvaikutuksia aiheuttaviin muutoksiin.



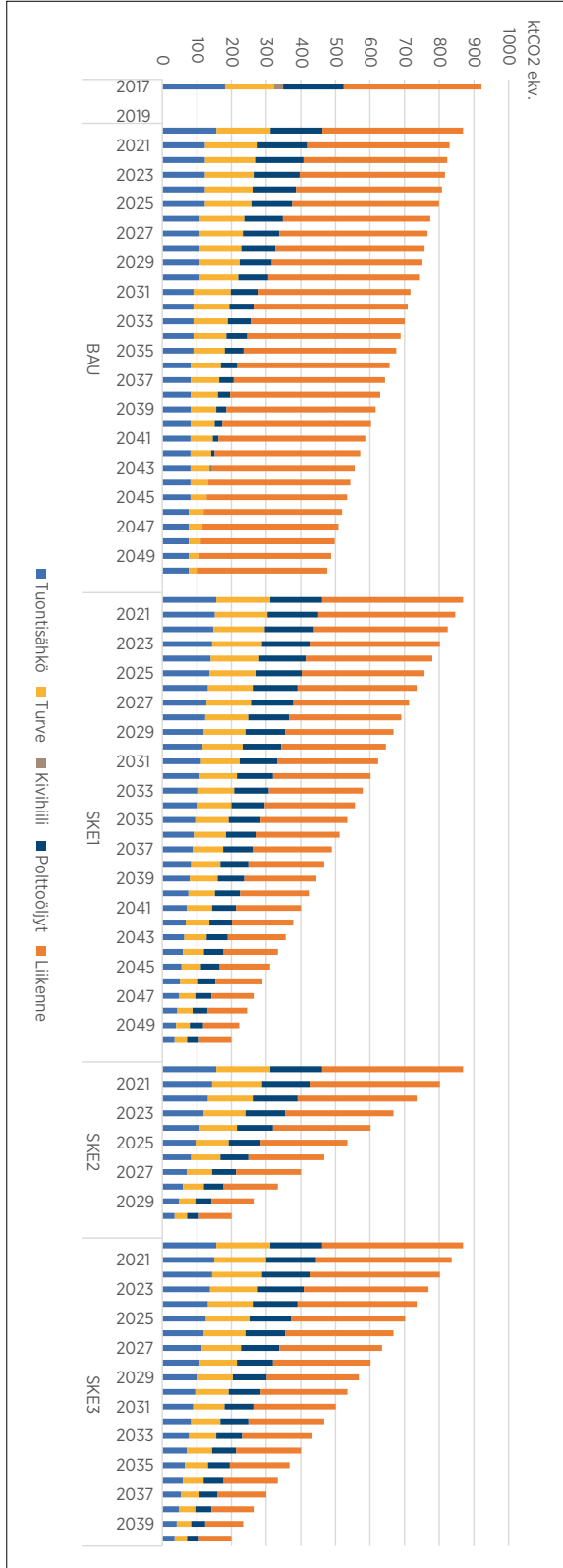
Kuvio 6. Energian käyttö skenaarioissa. (Lähde: Laihanen ym., 2020)



Kuvio 7. Autokannan kehitys skenaarioissa. (Tiedot: Laihanen ym., 2020)

Tavoitellut päästövähennykset olivat lähtökohtana LUTin tulevaisuudenkuville (ks. kuvio 8). Aluetalousmallinnuksessa toteutetussa kokonaispäästöjen laskennassa hyödynnettiin päästöintensiteettejä, joiden muutokset määriteltiin LUTin päästöskenaarioiden pohjalta.

Kuvio 8. Päästökehitys energia- ja liikennesektorilla skenaarioissa. (Lähde: Laihanen ym., 2020)



4 TULOKSET

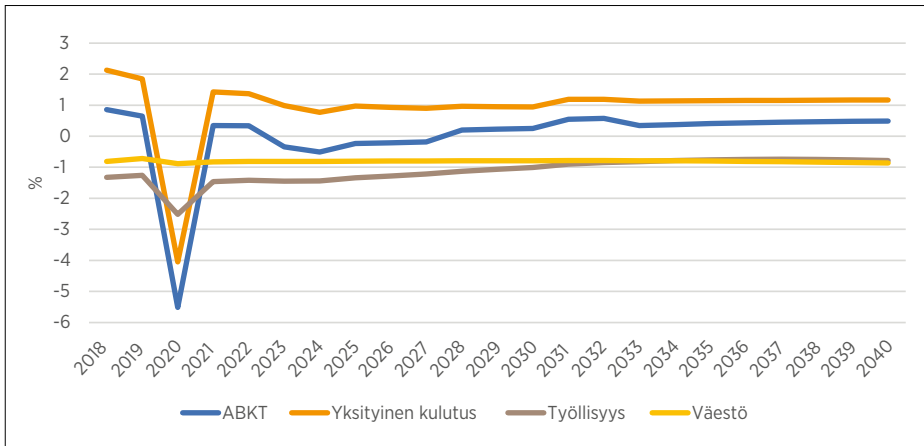
Tässä luvussa esitellään RegFinDyn-laskelmien mukaiset arviot Etelä-Savon energian käytön hiilipäästöjen ja metsien hiilinielujen tulevaisuuden skenaarioiden aluetaloudellisista vaikutuksista. Kaikki skenaariotulokset esitetään suhteessa perusuraan eli BAU:hun (Business As Usual), joten tulokset kuvaavat vaikutuksen erona perusuraan nähden eri vuosina. Tuloksia esitellään sekä suhteellisina (%) että absoluuttisina (mm. milj. € tai htv = henkilötyövuotta) muutoksina. Tulokset sisältävät niin muutoksista aiheutuvan suoran vaikutuksen kuin myös välilliset vaikutukset, jotka muodostuvat muutoksen levitessä muualle talouteen esimerkiksi välituotekäytön ja kulutuksen kautta.

4.1 ETELÄ-SAVON ARVIOITU KEHITYS PERUSURALLA (BAU)

Perusura eli toisin sanoen BAU (Business As Usual) kuvaa talouden kehitystä ilman tarkasteltavaa muutosta, eli tässä tapauksessa talouden kehitystä ilman toimenpiteitä, joilla pyritään tukemaan maakunnallisen hiilineutraaliuden saavuttamista. Perusuraan vaikuttavat muun muassa kansallisten BKT- ja väestöennusteiden lisäksi alueiden väliset erot talouden rakenteissa sekä oletukset toimialojen tuottavuuskehityksestä. Perusura Etelä-Savon talouskehitykselle seuraa suunnilleen kansallisia talousennusteita. Täytyy kuitenkin huomioda, että perusura kuvaa parhaimman arvion mukaista aluetalouden kehitystä, mutta kuten koronaviruspandemia toi esiin, yllättäviäkin asioita voi tapahtua muuttaen talouskehityksen suuntaa. Perusuralla ei ole erityisesti huomioitu kansallisia muutoksia ilmastopolitiikassa, mutta näitä muutoksia on toki pohdittu kansallisia talousennusteita laadittaessa. Esimerkiksi muutokset päästöoikeuden hinnassa tai turvetuotannossa voivat vaikuttaa Etelä-Savoon, mutta tällaisia vaikutuksia ei ole tarkasteltu tässä selvityksessä, jossa pääpainotus on Etelä-Savossa toteutettavissa toimenpiteissä.

Arvioidun perusuran mukaan Etelä-Savon⁸ bruttokansantuote (ABKT) olisi pääosin hieman kasvusuuntainen (ks. kuvio 9). Ainoastaan koronaviruksesta johtuva talouden notkahdus näkyisi selvästi myös Etelä-Savossa. Tämä erityistilanne näkyisi hieman myös yksityisessä kulutuksessa sekä työllisyydessä. Seuraavina vuosina yksityinen kulutus kasvaisi arvion mukaan vuosittain noin prosentin verran. Työllisyyden puolestaan arvioidaan laskevan vuosittain noin prosentilla. Väestömäärän arvioidaan kehittyvän Etelä-Savossa myös hieman laskusuuntaisesti. Taulukkoon 2 on koottu kehitys euroissa, henkilötyövuosissa ja henkilöissä ilmaistuna.

⁸ Perusura koskee vuoden 2020 aluejaon mukaista Etelä-Savoa, joten myös tulokset koskevat Etelä-Savoa nykymuodossaan. Näin ollen vuoden 2021 alussa tapahtuvaa Heinäveden ja Joroisten siirtymistä Etelä-Savosta toisiin maakuntiin ei ole huomioitu tässä tarkastelussa.



Kuvio 9. Etelä-Savon ABKT:n, kulutuksen, työllisyyden ja väestön vuosittainen kehitys perusuralla prosentteina. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

Taulukko 2. Arvioitu Etelä-Savon ABKT:n, kulutuksen, työllisyyden ja väestön absoluuttinen kehitys perusuralla⁹.

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
ABKT, miljardia euroa	4,4	4,6	4,7	5,0	5,2	5,5
Yksityinen kulutus, miljardia euroa	2,7	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5
Työllisyys, 1 000 henkilötyövuotta	55	51	47	45	43	42
Väkiluku, 1 000 henkeä	150	144	139	133	128	123

(Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

4.2 ALUETALOUDELLISET VAIKUTUKSET ERI SKENAARIOISSA

Tarkasteltujen skenaarioiden sisältämillä muutoksilla on vaikutusta paitsi Etelä-Savon päästöihin myös muun muassa alueen talouteen, työllisyyteen ja väestöön. Skenaarioiden vaikutukset eroavat selvästi toisistaan, mikä johtuu suurelta osin energian ja metsien käyttöön liittyvistä lähtöoletuksista.

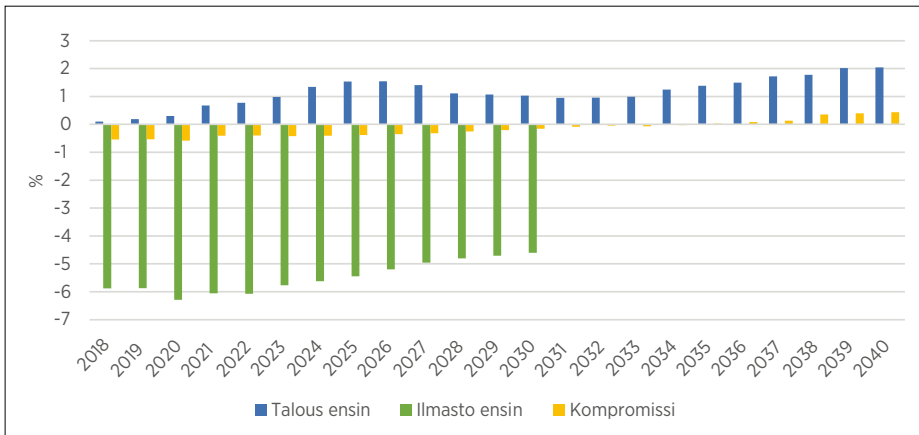
VAIKUTUKSET SUHTEESSA TALOUDEN KOKOON

Suhteellisina muutoksina tarkasteltuna Talous ensin -skenaario todella vaikuttaisi tulosten mukaan tarkastelluista skenaarioista positiivisimmin Etelä-Savon talouteen alueellisella bruttokansantuotteella mitattuna (ks. kuvio 10). Alueen talous voisi muutosten myötä olla parhaimmillaan noin kaksi prosenttia laajempi perusuraan nähden. Tätä positiivista vaikutusta selittävät muun muassa skenaarioon sisältyvä metsätalouden kasvu sekä siirtyminen enemmän tuontienergiasta (polttoaineet ja tuontisähkö) paikallisen sähkön käyttöön.

⁹ Euromääräiset luvut ovat laskettu kiinteillä, vuoden 2015 hinnoilla.

Ilmasto ensin -skenaariossa talousvaikutus olisi puolestaan selvästi negatiivinen perusuraan nähden, enimmillään jopa kuuden prosentin luokkaa. Tätä vaikutusta selittää suurelta osin skenaariossa oletettu hyvin merkittävä metsätalouden toiminnan lasku maakunnassa, mikä laskee alueen BKT:tä etenkin tarkastelun alkuvuosina. Skenaarion loppuvuosina negatiivinen vaikutus kuitenkin hieman pienenee, mikä johtuu muun muassa siirtymisestä tuonti-energiasta paikalliseen. Alueen talous olisi alkuvuosia lukuun ottamatta kuitenkin hieman kasvusuuntainen, mutta kasvu olisi perusuraa hitaampaa.

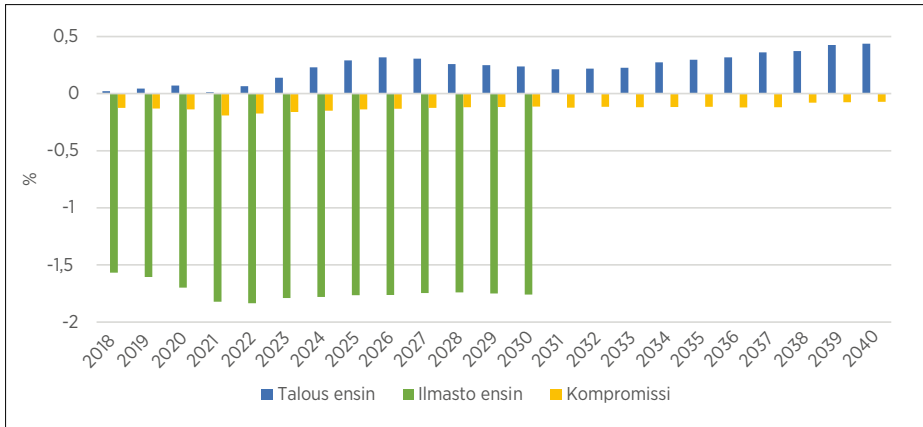
Kompromissi-skenaarion vaikutukset olisivat oletetusti edellisten skenaarioiden väliltä. Alkuvuosina vaikutukset Etelä-Savon talouteen olisivat hieman negatiiviset, mutta vuoden 2035 tienoilla lähtisivät kasvusuuntaan. Tässä skenaariossa metsätalouden oletetut muutokset suhteessa perusuraan eivät olisi yhtä merkittäviä kuin edellisissä skenaarioissa, joten energiasektorin muutoksesta johtuva pidemmällä aikavälillä tapahtuva positiivinen kehitys pääsee paremmin esiin.



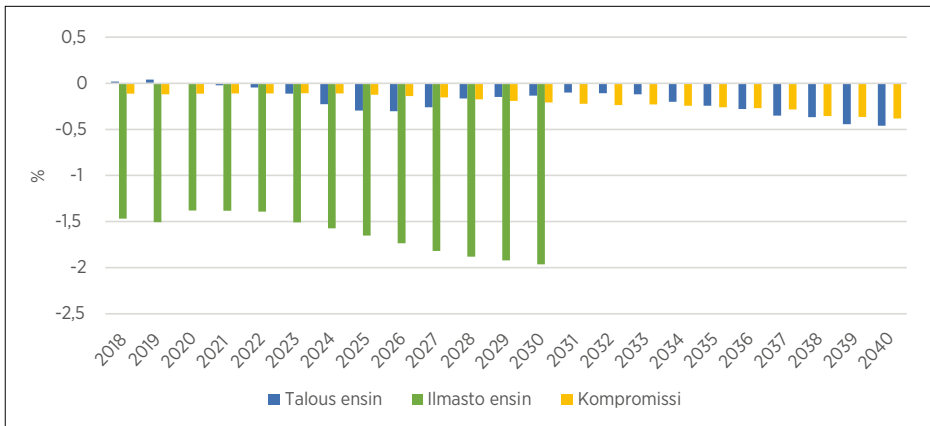
Kuvio 10. Vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

Työllisyyden osalta skenaarioiden vaikutukset olisivat samansuuntaisia ABKT:n kanssa; Talous ensin -skenaario saisi aikaan positiivisia työllisyysvaikutuksia, Ilmasto ensin -skenaario selkeimmät negatiiviset vaikutukset ja Kompromissi-skenaario siitä väliltä (ks. kuvio 11). Talousvaikutuksesta poiketen Kompromissi-skenaariossa vaikutukset eivät kääntyisi aivan positiivisiksi, vaikka työllisyysmenetykset pienenisivätkin loppuvuosia kohden. Tätä selittää muun muassa se, että sähköautoihin siirtyminen vaatii selkeää rahallista panostusta, mikä puolestaan vähentää alueen muuta kulutusta esimerkiksi työvaltaisten palvelualojen osalta. Tämä heijastuu myös etenkin 2020-luvun alkuvuosien työllisyysvaikutuksiin.

Yksityinen kulutus olisi kaikissa skenaarioissa hieman laskusuuntainen perusuraan nähden (ks. kuvio 12), sillä lisääntyvät sähköautojen hankinnat verottaisivat muuta kulutusta alueella tulojen pysyessä lähes samana tai jopa laskeissa skenaariosta riippuen. Kulutuksen lasku perusuraan nähden ei kuitenkaan tarkoita yksityisen kulutuksen todellista vähenemistä, vaan perusuraa hitaampaa kulutuksen kasvua. Kaikissa skenaariossa tilanne on sama: kulutus hieman kasvaa, mutta perusuraa hitaammin.



Kuvio 11. Vaikutukset Etelä-Savon työllisyyteen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

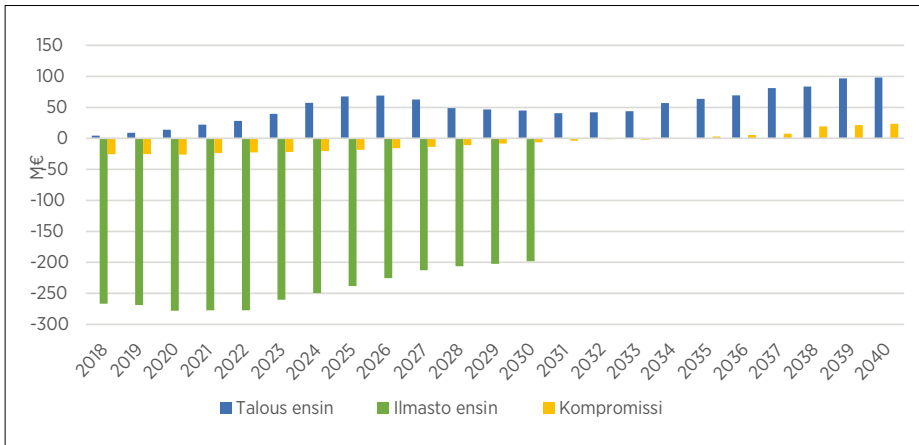


Kuvio 12. Vaikutukset Etelä-Savon yksityiseen kulutukseen eri skenaarioissa, % perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

ABSOLUUTTISET VAIKUTUKSET

Miljoonissa euroissa tarkasteltuna skenaarioista selkeimmin esiin nousee hyvinkin negatiivinen Ilmasto ensin -skenaario (ks. kuvio 13). Siinä alkuvuosina vaikutus maakunnan BKT:hen on yli -250 miljoonaa euroa ja loppuvuosina noin -200 miljoonaa euroa. Talous ensin -skenaariossa positiiviset talousvaikutukset vaihtelevat muutamasta miljoonasta aina noin 100 miljoonaan euroon. Lisäksi täytyy huomioida, että LUTin ja Luken (ks. Laihanen ym., 2020) tulevaisuudenkuviissa Talous ensin -skenaario ei pääty vielä vuoteen 2040 vaan jatkuu aina 2050 saakka, joten päästötavoitteita ei vielä ole saavutettu vuoteen 2040 mennessä¹⁰. Kompromissi-skenaariossa vaikutukset vaihtelevat reilun parin kymmenen miljoonan euron laskusta suunnilleen vastaavansuuruiseen kasvuun.

¹⁰ Vaikka LUTin ja Luken tulevaisuudenkuviissa skenaario 1 jatkuu vuoteen 2050 saakka, aluetalousvaikutukset on arvioitu ainoastaan vuoteen 2040 asti etenkin talouden kehityssennusteiden epävarmuuden vuoksi.



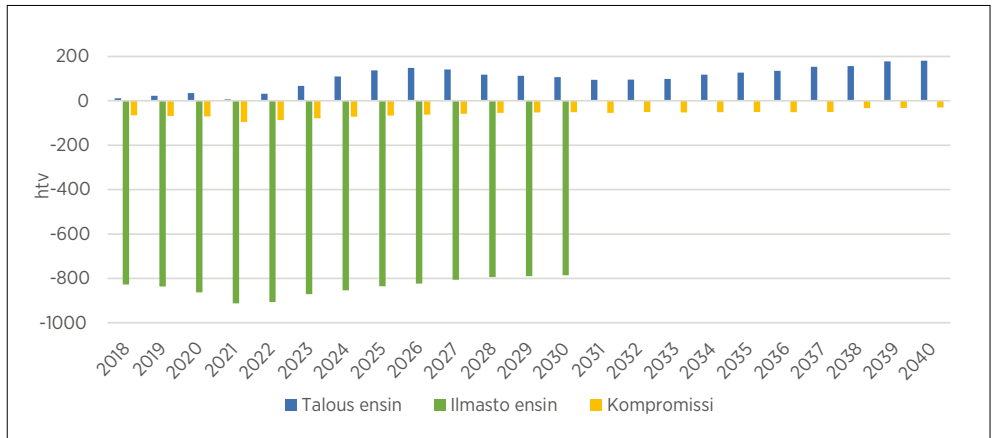
Kuvio 13. Vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, miljoonaa euroa perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

Työllisyysvaikutus nousisi suurimmillaan lähes 200 henkilötyövuoteen (htv) Talous ensin -skenaariossa ja pienimmillään noin -900 henkilötyövuoteen Ilmasto ensin -skenaariossa (ks. kuvio 14). Kompromissi-skenaariossa työllisyysvaikutus olisi alkuvuosina noin -70 henkilötyövuoden luokkaa, mutta menetys pienenesi tarkasteluvuosien loppupäässä pariin kymmeneen henkilötyövuoteen. Työllisyysvaikutus siis jäisi hieman negatiiviseksi, vaikka talousvaikutus onkin loppuvuosina jo hieman positiivinen. Positiivista talousvaikutusta selittää muun muassa selvästi vähentynyt tuonti (polttoaineet ja sähkö). Työllisyysvaikutus puolestaan pysyisi hieman negatiivisena muun muassa työvaltaisten palvelualojen kärsiessä kulutuksen laskusta, kun sähköautohankinnat karsisivat muuta kulutusta eikä tulojen oleteta merkittävästi kasvavan.

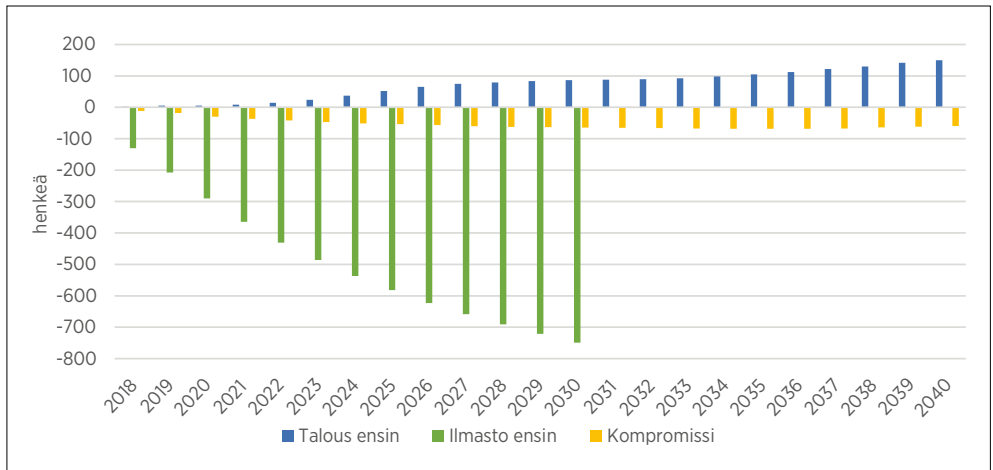
Työllisyysvaikutus kohdistuisi kaikissa skenaarioissa useammalle toimialalle. Talous ensin -skenaariossa suurin vaikutus kohdistuisi etenkin metsätalouteen mutta myös energiasektorille. Myös esimerkiksi rakentamisen ja kaupan alat hyötyisivät skenaarion toteutumisesta. Ilmasto ensin -skenaariossa työllisyyden menetys kohdistuisi ennen kaikkea metsätalouteen, mutta heijastuisi myös esimerkiksi puuteollisuuteen. Energiahuollossa työllisyys puolestaan kasvaisi. Kompromissi-skenaariossa metsätalouden työllisyys hieman laskisi, ja samoin tapahtuisi useimmilla palvelualoilla, mutta energiasektorilla työllisyys olisi kasvusuuntainen.

Skenaarioilla olisi vaikutusta myös Etelä-Savon väkilukuun (ks. kuvio 15). Talous ensin -skenaariossa väkiluku voisi nousta perusuraan nähden suurimmillaan noin 150 henkilöllä. Ilmasto ensin -skenaario puolestaan tarkoittaisi väkiluvun laskua perusuraan nähden useilla sadoilla henkilöllä. Myös kompromissi-skenaariossa vaikutus väkilukuun olisi laskelmien perusteella hieman negatiivinen, jääden kuitenkin selvästi alle sadan henkilön laskuun.

Edellä mainittujen muuttujien lisäksi skenaarioilla olisi vaikutusta myös esimerkiksi maakunnan työtuloihin. Talous ensin -skenaariossa työllisyys kasvaa, jolloin myös työtulot lisääntyvät. Ilmasto ensin -skenaariossa tilanne olisi päinvastainen.



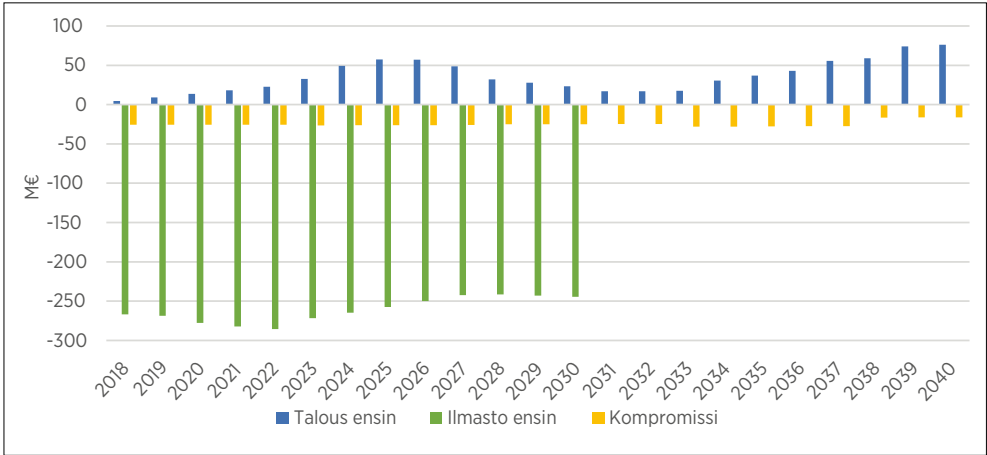
Kuvio 14. Vaikutukset Etelä-Savon työllisyyteen eri skenaarioissa, henkilötyövuosia perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)



Kuvio 15. Vaikutukset Etelä-Savon väestöön eri skenaarioissa, henkilöä perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

METSÄTALOUDEN OSUUS VAIKUTUKSISTA

Metsätalous on Etelä-Savossa merkittävä toimiala, joten on selvää, että muutokset metsätaloudessa vaikuttavat olennaisesti myös alueen talouteen. Jotta metsätalouden merkitys skenaarioiden aluetaloudellisten vaikutusten suuruuteen ei jäisi epäselväksi, laskettiin erikseen myös pelkkien metsäskenaarioiden vaikutukset. Metsäskenaarioissa oletuksena on melko suuria muutoksia metsätalouteen, mistä johtuen myös niiden vaikutus aluetaloustuloksiin on suuri (ks. kuvio 16).



Kuvio 16. Metsäsektorin muutosten vaikutukset Etelä-Savon BKT:hen eri skenaarioissa, miljoonaa euroa perusuraan verrattuna. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

Tulosten perusteella voidaan todeta, että suurimmat vaikutukset tarkastelluista skenaarioista muodostuisivat metsätalouden muutoksista. Energiahuoltoon ja liikenteeseen kohdistuvat muutokset vaikuttaisivat myös alueen talouteen, mutta ei niin merkittävästi kuin metsätalouden oletetut muutokset. Toisaalta metsätalouden ja energiasektorin muutokset eivät kaikissa skenaarioissa vaikuta talouteen samansuuntaisesti. Esimerkiksi Ilmasto ensin -skenaariossa energiahuollon ja liikenteen muutokset tasoittaisivat tarkastelujakson viimeisinä vuosina hieman metsätalouden supistumisesta aiheutuvia menetyksiä.



Metsät ovat Etelä-Savossa keskeisessä roolissa sekä talouden että hiilineutraaliuden näkökulmasta. (Kuva: Susanna Kujala)

VAIKUTUKSET KOKONAISPÄÄSTÖIHIN

Skenaarioiden lähtötiedoissa määriteltiin Etelä-Savon energiasektorin (sis. liikenteen) päästökehitys (ks. Laihanen ym., 2020). Nämä päästökehityssennusteet eivät kuitenkaan kuvaa koko Etelä-Savon päästöjä, sillä päästöjä syntyy myös muilla toimialoilla kuten maataloudessa ja jätehuollossa. Energiasektorilla ja metsien käytössä toteutettavat muutokset vaikuttavat muualle talouteen esimerkiksi välituotekäytön kautta ja siten myös muiden toimialojen päästömääriin. RegFinDyn-malliin lisätyn päästömoduulin avulla pystyttiin tarkastelemaan kokonaisvaltaisemmin eri skenaarioiden päästöjä.

Vaikka päästötarkastelun lähtötietoina käytettiin LUTin energia- ja liikennesektorin päästöskenaariota, on tarkasteluiden välillä eroja. Merkittävimmät tarkasteluiden väliset erot liittyvät muun muassa tarkasteltuihin kokonaisuuksiin, tuontisähkön huomioimiseen ja erilaisiin päästötietokantoihin. Sen lisäksi, että LUTin tarkasteluissa huomioitiin vain energiasektori ja tässä raportissa kaikki päästöt, myös esimerkiksi päästöjen laskennoissa on eroja. LUTin laskelmissa tuontisähkö otettiin mukaan alueen päästötarkasteluihin, kun taas tässä tuontisähköä ei sisällytetty Etelä-Savon päästöihin. Päästötilastoissakin on keskenään selkeitä eroja riippuen siitä, mitä kaikkia päästöjä on laskettu mukaan alueen päästöksi, koska alueellisten päästötarkastelujen laskeminen ei ole täysin yksiselitteistä. Näin ollen myös laskelmissa käytettyjen päästötilastojen valinnalla on vaikutusta.

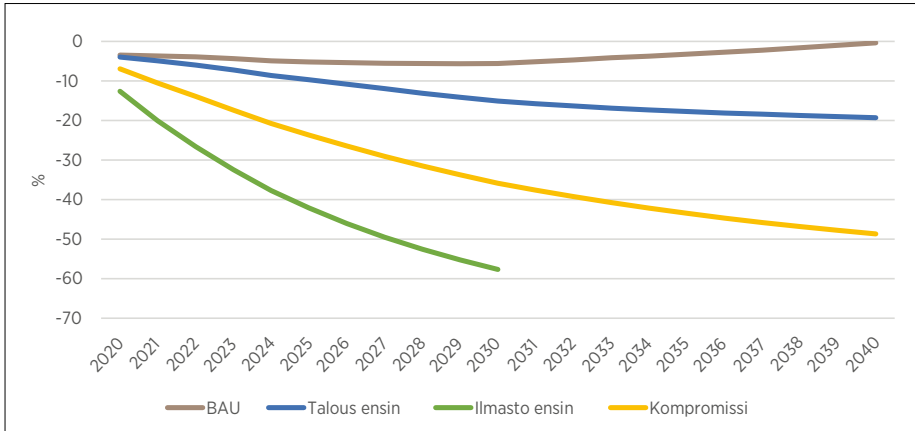
Tässä lisätarkastelussa tuodaan esiin Etelä-Savon mahdolliset kotipaikkaperusteiset, tuotantoon ja kotitalouksien polttoainekäyttöön sidotut kokonaispäästöt siinä tilanteessa, jos päästövähennykseen tähtääviä toimenpiteitä toteutetaan vain energia- ja liikennesektorilla. Laskelmissa huomioidaan metsien käytön muutoksesta aiheutuva muutos metsätalouden päästöissä, mutta ei metsien hiilensidonnan vaikutusta. Laskelmat perustuvat ilmapäästöt toimialoittain -tilastoon, joka alueellistettiin aluetilinpidon avulla (SVT, 2019a & 2019m). Laskentatapa hyödyntää toimialoitaisia keskiarvoja, joten Etelä-Savon toimialoitaisia erityispiirteitä päästöjen suhteen ei tällä menetelmällä kyetä huomioimaan.

Päästötarkastelujen perusteella kaikissa skenaarioissa etenkin kotitalouksien päästöt laskisivat selvästi johtuen autokannan sähköistymisestä, jolloin päästöjä aiheuttavien polttoaineiden käyttö laskee. Kokonaispäästökehitys puolestaan muuttuisi skenaarioissa selvästi vähemmän (ks. kuvio 17). Esimerkiksi BAU:ssa kokonaispäästöt lähtisivät aluksi laskemaan energia- ja liikennesektorien päästömuutosten ansiosta, mutta viimeisinä tarkasteluvuosina kokonaispäästöt olisivat lähes yhtä suuret kuin vuonna 2017. Tämä selittyy oletetulla aluelouden kasvulla, jolloin useilla toimialoilla päästöt kasvaisivat tuotannonkin kasvaessa.

Kuvio 17 kuvaa siis koko Etelä-Savon kaikkien toimialojen ja kotitalouksien hiilidioksidipäästöjen kehitystä tarkastelluissa skenaarioissa vuoteen 2017 nähden. Vaikka energiasektorin (sis. liikenteen) päästöt vähenisivät noin 80 prosenttia vuoden 1990 päästöistä, ei se tarkastelun perusteella välttämättä tarkoittaisi koko Etelä-Savon päästöjen yhtä selvää laskua, jos päästötoimenpiteet koskevat vain energia-alaa ja liikennettä.

Talous ensin -skenaariossa kokonaispäästöt vähenisivät melko tasaisesti aina vuoteen 2030 saakka, minkä jälkeen päästöt laskisivat hieman hitaammin. Päästöt olisivat vuoteen 2040 mennessä noin 20 prosenttia pienemmät kuin vuonna 2017. Täytyy kuitenkin huomioida, että skenaariossa päästötavoitteisiin ei päästäisi vielä vuoteen 2040 mennessä vaan vasta kymmenen vuotta myöhemmin.

Ilmasto ensin -skenaariossa päästöt vähenisivät selkeämmin kuin edellisessä skenaariossa, aina lähes 60 prosentin laskuun vuoteen 2030 mennessä, mikä vastaa yli 700 tuhannen CO₂-ekvivalenttitonnin laskua. Tässä skenaariossa päästövähennystä vauhdittaisi energia-



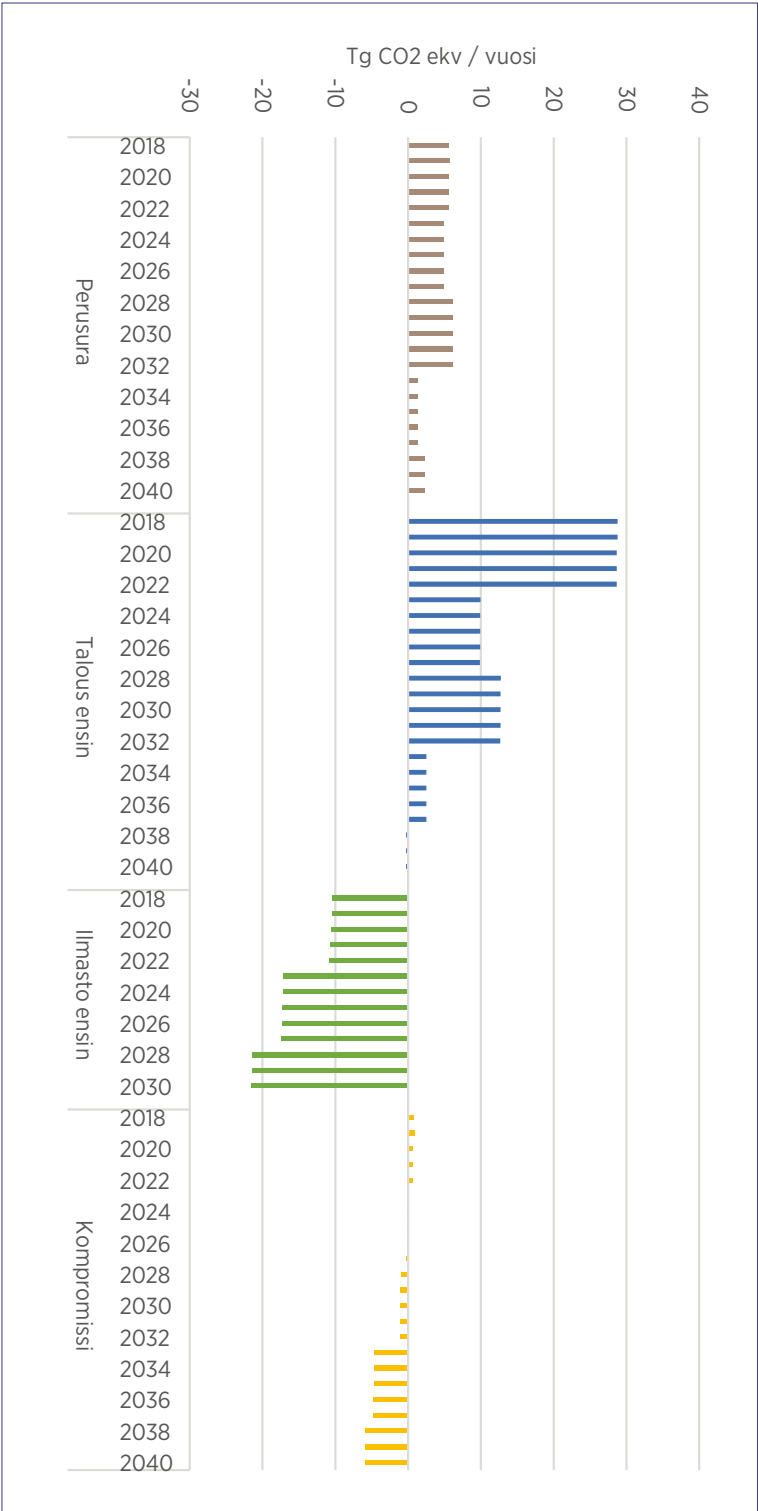
Kuvio 17. Kokonaispäästökehitys prosentteina eri skenaarioissa vuoteen 2017 nähden. (Lähde: RegFinDyn-laskelmat)

sektorin ja liikenteen päästövähennysten lisäksi muun muassa metsätalouden selvä lasku, mikä vähentäisi metsätalouden lisäksi myös useiden muidenkin toimialojen päästöjä tuotannon laskiessa suhteessa perusuraan.

Kompromissi -skenaariossa päästövähennys etenisi kahden edellä mainitun välistä tah-tia. Energiasektorin ja liikenteen päästöjen lasku vähentäisi kyllä kokonaispäästöjä, mutta ta-louden kasvaessa muiden alojen päästöt hieman kasvaisivat. Yhteensä skenaarion päästövähennys olisi kokonaisuudessaan yli 600 CO₂-ekvivalenttitonnia vuosien 2017 ja 2040 välillä.

Yhdistämällä edellä kuvatut päästötulokset ja Luken toteuttamat metsien hiilitaseet (ks. Laihanen ym., 2020) saadaan laskettua hiilipäästöjen ja -nielujen nettovaikutus. Siitä näh-dään, kuinka lähelle hiilineutraaliutta skenaarioilla todella päästäisiin. Nettovaikutus olisi arvion mukaan perusuralla hieman positiivinen (ks. kuvio 18), mikä tarkoittaa päästöjen ole-van nieluja suuremmat. Talous ensin -skenaariossa nettovaikutus olisi perusuraa suurempi etenkin tarkastelun alkuvuosina intensiivisen metsätalouden ja hitaamman päästövähennys-tahdin vuoksi. Skenaarion loppupuolella nettovaikutus kääntyisi kuitenkin jo hieman nega-tiiviseksi, jolloin hiiltä varastoituu enemmän kuin syntyy päästöjä. Lisäksi on huomioitava, että skenaario jatkuu tässä tarkasteltua pidemmällekin, vuoteen 2050 saakka. Ilmasto ensin -skenaariossa metsätalouden huomattava supistaminen ja päästötavoitteiden saavuttaminen nopeasti johtaisivat selvästi negatiiviseen nettovaikutukseen. Kompromissi -skenaariossa hiilidioksidipäästöjä syntyisi tarkastelun alkuvuosina suunnilleen yhtä paljon kuin sitä varas-toituu, mutta loppuvuosina varastoituisi jo enemmän kuin niitä syntyy.

Nettovaikutustarkastelun perusteella voidaan todeta, että metsävaltaisessa Etelä-Savossa hiilineutraaliuteen pääseminen ei välttämättä edellytä aivan 80 prosentin päästövähennys-tavoitteeseen pääsyä kokonaispäästöistä, sillä metsien hiilinieluja korostamalla voidaan osin kompensoida päästöjä. Toisaalta täytyy huomioida, että etenkin ilmasto ensin -skenaarion mukainen metsätalouden huomattava supistaminen saattaa kuitenkin olla haastava toteut-taa käytännössä.



Kuvio 18. Hiilipäästöjen ja -nielujen nettovaikutusⁱⁱ eri skenaarioissa. (Lähteet: RegFindyn-laskelmat & Laihanen ym., 2020)

ⁱⁱ Tg = Mt = 1000 kilotonnia.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Päästötavoitteiden saavuttaminen sekä hiilineutraaliuteen pääseminen vaativat toteutuakseen toimenpiteitä. Niillä on vaikutuksia päästöjen lisäksi myös talouteen. Tässä tarkastelussa arvioitiin kolmen erilaisen päästövähennysskenaarion mahdolliset aluetaloudelliset vaikutukset Etelä-Savossa osana *Hiilivapaa Etelä-Savo* -hanketta. Aluetalouslaskelmat toteutettiin yleisen tasapainon RegFinDyn-mallilla.

Tulosten perusteella metsätalouden ja energiasektorin muutoksilla kohti hiilineutraalia Etelä-Savoa on selvä merkitys maakunnan talouteen. Tulosten perusteella hitaampi energiasektorin muutosvauhti kohti vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja (päästötavoitteiden saavuttaminen 2050) ja metsätalouden tehostaminen voisivat edistää Etelä-Savon taloutta ja työllisyyttä kymmenillä miljoonilla euroilla ja sadoilla henkilötyövuosilla (Talous ensin -skenaario). Tässä skenaariossa alueen talous ja työllisyys hyötyisivät oletetuista muutoksista metsätalouden kasvaessa ja paikallisen energiantuotannon korvatesa tuontia.

Hyvin nopea energiasektorin muutosvauhti (päästötavoitteiden saavuttaminen 2030) sekä metsätalouden merkittävä supistaminen hiilinieluja korostaen puolestaan laskisi päästöjä tehokkaasti (Ilmasto ensin -skenaario), mutta aluetalous kärsisi selvästi, mikä näkyy esimerkiksi alueellisen BKT:n ja työllisyyden laskemisena. Energian käytön osalta hiilineutraalisuuteen pyrkiminen tiiviimmässä aikataulussa kasvattaisi nopeasti paikallista energiantuotantoa ja siten alueen taloutta kompensoiden metsätalouden supistumisen vaikutuksia. Toisaalta skenaarion mukainen muutosvauhti energiasektorilla saattaa olla turhan nopea toteutuakseen käytännössä, etenkin autokannan muutoksen osalta. Lisäksi paikallisen puu-biomassaan perustuvan energiantuotannon kasvattaminen on haastavaa yhdistää alueen metsien hakkuiden vähentämisen kanssa, mikäli samanaikaisesti tavoitteena on hyödyntää puuta resurssitehokkaasti ensisijaisesti teollisessa käytössä. Tämän skenaarion toteuttaminen saattaisi myös edellyttää esimerkiksi jonkinlaisia kompensaatioita metsänomistajille.

Päästötavoitteeseen pyrkiminen vuoteen 2040 mennessä ja metsätalouden pieni supistaminen muodostavat todennäköisesti tarkastelluista vaihtoehtoista realistisimman skenaarion (Kompromissi -skenaario), jossa tasapainoiltaan päästötavoitteiden ja talouden välillä. Siinä päästöt laskisivat ja aluetalouteen kohdistuisi pientä laskua tarkastelujakson alkuvuosina, mutta talousvaikutus kääntyisi pidemmällä aikavälillä hieman positiiviseksi. Kompromissi-skenaariossa talousvaikutukset ovat maltillisemmat muihin skenaarioihin verrattuna. Työllisyysvaikutuksissa nousee esiin se, että kotitalouksien hankkiessa sähköautoja muun kulutuksen on hetkellisesti supistuttava, kun kotitalouksien tulojen oletetaan pysyvän lähes ennallaan. Tästä johtuen paikallisten palveluiden kysyntä ja siten niiden työllisyys saattavat pienentyä siihen saakka, kunnes sähköautojen käytöstä aiheutuvat kulut laskevat poltto-moottoriautojen kuluja pienemmiksi.

Metsätalouden muutoksilla on siis suuri rooli, kun tarkastellaan hiilineutraaliuteen pyrkimisen aluetaloudellisia vaikutuksia. Metsien hakkuumäärissä tapahtuvat muutokset vaikuttavat niin kantorahatuloihin kuin metsänhoidon, puunkorjuun ja kuljetusten tuotantoon sekä edelleen muualle talouteen kerrannaisvaikutusten kautta. Näiden lisäksi hakkuumäärien muutokset vaikuttavat metsäomaisuuden arvon kehitykseen ja tuleviin puun myyntitu-

loihin myös tarkasteluajanjaksojen jälkeisinä vuosikymmeninä. Energiasektorin muutoksilla on puolestaan mahdollisuus edistää aluetaloutta, kun tuontienergiaa sähkön tai liikennepolttoaineiden muodossa korvataan alueella tuotetulla sähköllä. Näin ollen myös energiaomaisuus kasvaisi.

Päästötarkastelujen perusteella voidaan todeta, että pelkillä energiasektorin muutoksilla (ainakaan tarkastellussa mittakaavassa) kokonaispäästöjä ei välttämättä saada laskemaan tarpeeksi tavoitteiden saavuttamiseksi, jos muu taloudellinen toiminta ja sitä myöten myös niiden päästöt kasvavat. Toki energiasektori on päästöjen näkökulmasta keskeisessä roolissa, mutta ei ole syytä unohtaa muitakaan aloja eikä talouden kehityksen mukanaan tuomaa muutosta. Toisaalta hiilinieluja korostamalla voidaan saavuttaa tilanne, missä hiilidioksidia varastoituu enemmän kuin päästöjä syntyy, vaikka päästötavoitteisiin ei aivan päästäisikään.

Aluetalous- ja päästölaskelmien osalta on hyvä huomioida, että annetut lähtötiedot vaikuttavat selvästi tuloksiin, mutta myös mallinnuksessa tehdyillä oletuksilla ja yksinkertaisuuksilla saattaa olla jonkin verran vaikutusta tuloksiin. Kaikki oletukset tehtiin parhaimman saatavilla olevan tiedon valossa, mutta nopeasti muuttuvan energiasektorin kehitystä on haastava ennakoida ja alueellisia tilastotietoja on rajallisesti saatavilla. Näin ollen osa oletuksista jää väistämättäkin hieman epävarmoiksi. Muutokset voivat todellisuudessa toteutua oletetusta poiketen muun muassa aikataulun suhteen. Esimerkiksi turpeen käyttö voi loppua hyvin nopeallakin aikataululla riippuen kansallisesta päätöksenteosta.

Kaiken kaikkiaan tulokset antavat suuntaa kolmen erilaisen tulevaisuuden skenaarion mahdollisen toteutumisen vaikutuksista Etelä-Savon talouteen ja päästöihin. Lisäksi tulokset kertovat toimenpiteistä ja niiden laajuudesta hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi. Metsätalouden merkitystä Etelä-Savossa ei tässäkään tapauksessa voi kiistää. Toinen oleellinen johtopäätös on se, että energiasektorin päästöjen vähentäminen voi olla myös eduksi aluetaloudelle, jos tuontienergiaa korvataan paikallisella. Toki muutos vaatii myös investointeja. Hiilineutraaliuteen pyrittäessä on aiheellista huomioida energiasektorin lisäksi muut toimialat ja etsiä edelleen keinoja, joilla päästökehitys voidaan saada laskemaan.

Tarkastelluilla skenaarioilla pyrittiin tuomaan esiin erilaisten vaihtoehtoisten polkujen mahdollisia vaikutuksia Etelä-Savon talouteen, työllisyyteen, väestöön sekä hiilidioksidipäästöihin päätöksenteon tueksi. Tarkasteluiden oletuksiin liittyy useita epävarmuustekijöitä, mikä on hyvä ottaa huomioon tuloksia tulkitessa. Tulokset antavat kuitenkin vähintäänkin suuntaa vaihtoehtoisten kehityskulkujen aluetaloudellisista vaikutuksista ja muutosten laajuudesta.

LÄHTEET

- Adams, P., Dixon, J., Giesecke, J. & Horridge, M. (2010). MMRF: Monash Multi-Regional Forecasting Model: A Dynamic Multi-Regional Model of the Australian Economy. Centre of Policy Studies, Monash University. General Paper No. G-223 December 2010. <https://www.copsmodels.com/ftp/workpaper/g-223.pdf>
- Autokalkulaattori (2020). Autokalkulaattori ilmastovaikutusten ja kustannusten arviointiin. Saatavilla: <https://www.ilmastopaneeli.fi/autokalkulaattori/>
- Harrison, W.J. & Pearson, K.R. (1996). Computing Solutions for Large General Equilibrium Models Using GEMPACK. *Comput Econ* 9, 83-127. <https://doi.org/10.1007/BF00123638>
- Heimonen, K. & Lehtonen, H. (2019). Talousennustajien näkemykset talouskasvusta vuosina 2019–2039. Kansantaloudellinen aikakauskirja – 115. vsk. – 3/2019. https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2019/10/KAK_3_2019_net-tiin-9-12.pdf
- Horridge, J.M. & G. Wittwer (2010). Bringing regional detail to a CGE model using census data. *Spatial Economic Analysis*, Volume 5 Issue 2, pp 229-255, Routledge. <https://doi.org/10.1080/17421771003730695>
- Koljonen, T., Aakkula, J., Honkatukia, J., Soimakallio, S., Haakana, M., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kärkkäinen, L., Laitila, J., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Maanavilja, L., Ollila, P., Siikavirta, H., & Tuomainen, T. (2020). Hiilineutraali Suomi 2035 - Skenaariot ja vaikutusarviot. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. VTT Technology, No. 366. <https://doi.org/10.32040/2242-122X.2020.T366>
- Kujala, S., Kinnunen, J., Hakala, O., & Törmä, H. (2017). Metsätoimialan tulevaisuuden skenaarioiden aluetaloudelliset vaikutukset Etelä-Savossa. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja nro 172. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/229451>
- Lahtinen, S., Tuominen, J. & Kokkonen, M. (2018). Liikennesuoritelaskenta vuodelle 2017. Tilastokeskus/Väylävirasto. <https://vayla.fi/documents/20473/23675/Liikennesuorit-elaskenta+vuodelle+2017/041fb94c-1c98-4940-bc9f-bocad5a0a76a>
- Lahtinen, S., Tuominen, J. & Kokkonen, M. (2019). Liikennesuoritelaskenta vuodelle 2018. Tilastokeskus/Väylävirasto. https://vayla.fi/documents/20473/23675/Raportti_tieliikenteen_suoritelaskenta_2018.pdf/4079997f-549e-4f99-b2cd-e697681a371c
- Laihanen, M., Karhunen, A., Karttunen, K., KC, R., Ranta, T., Haikarainen, S., Salminen, H., Lehtonen, M., Siipilehto, J., Ahtikoski, A., Wall, A., Huuskonen, S., Hynynen, J., Kujala, S., Hakala, O. & Kinnunen, J. (2020). Hiilivapaa Etelä-Savo. Loppuraportti. <https://www.esavoennakoi.fi/>
- Luke (2019). Ilmastoneutraali Suomi 2035? – jatkoselvitysten alustavat tulokset kertovat, että tavoite on erittäin haastava, mutta saavutettavissa [verkkojulkaisu]. Saatavilla 22.6.2020: <https://www.luke.fi/uutinen/ilmastoneutraali-suomi-2035-jatkoselvitysten-alustavat-tulokset-kertovat-etta-tavoite-on-erittain-haastava-mutta-saavutettavissa/>
- Luke (2020a). Hakkuukertymä ja puuston poistuma [verkkojulkaisu]. [viitattu 4.8.2020]. <https://stat.luke.fi/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>
- Luke (2020b). Metsävarat [verkkojulkaisu]. [viitattu 10.6.2020]. <https://stat.luke.fi/metsavarat>
- Pihlatie, M., Paakkinen, M., Laurikko, J., Laurikkala, M., Ylén, P., Peltola, V., Pylsy, P. (2019). Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-631-7>

- Reini, K., Törmä, H., Männistö, T., Peura, P., Kannonlahti, J., Hyttinen, T., & Haapanen, A. (2014). Uusiutuvat energian lähteet ja hajautetun energian tuotannon aluetaloudellinen vaikuttavuus Pietarsaaren ja Kaustisen seutukunnissa. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti, Raportteja 115. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/228379>
- Storhammar, E. & Tohmo, T. (2018). Turvetuotannon aluetaloudellinen merkitys – turvetuotanto ja sen vaihtoehdot. Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu, julkaisu 211/2018. ISBN: 978-951-39-7561-6. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-7561-6>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019a). Aluutilinpito [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-3393. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 10.9.2019]. <http://www.stat.fi/til/altp/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019b). Kansantalouden tilinpito [verkkojulkaisu]. ISSN=1795-8881. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 10.9.2019]. <http://www.stat.fi/til/vtp/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019c). Kuolleet [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-2529. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/kuol/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019d). Muuttoliike [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-6766. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/muutl/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019e). Syntyneet [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-2391. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/synt/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019f). Työssäkäynti [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5528. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/tyokay/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019g). Väestön ennakkotilasto [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-8381. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/vamuu/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019h). Väestörakenne [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-5379. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/vaerak/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019i). Työvoimatutkimus [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-7830. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/tyti/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019j). Energian hankinta ja kulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-795X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/ehk/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019k). Sähkön ja lämmön tuotanto [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5072. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/salatuo/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019l). Energiatilinpito [verkkojulkaisu]. ISSN=2489-5725. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/entp/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019m). Ilmapäästöt toimialoittain [verkkojulkaisu]. ISSN=2323-7589. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.11.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/tilma/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019n). Kotitalouksien kulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-3533. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/ktutk/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2019o). Alueellinen yritystoimintatilasto [verkkojulkaisu]. ISSN=2342-6241. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/alyr/index.html>
- SVT, Suomen virallinen tilasto (2020a). Kasvihuonekaasut [verkkojulkaisu]. ISSN=1797-6049. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.6.2020]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/khki/index.html>

- Tilastokeskus (2019a). Energian hinnat [verkkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.9.2019]. Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/ehi/index.html>
- Tilastokeskus (2019b). Polttoaineluokitus 2019 [verkkojulkaisu]. Saantitapa: http://www.tilastokeskus.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html.
- Törmä, H., Kujala, S. & Kinnunen, J. (2015) The employment and population impacts of the boom and bust of Talvivaara mine in the context of severe environmental accidents – A CGE evaluation. *Resources Policy*, Vol. 46, pp. 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.09.005>
- Valtioneuvosto (2020). Hallitusohjelma. 3.1 Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Saatavilla 22.6.2020: <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi>
- Valtiovarainministeriö (2020). Taloudellinen katsaus kevät 2020. Saatavilla: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162181/VM_2020_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vanhanen, J., Aho, M., Pesola, A. & Rönnlund, I. (2015). Etelä-Savon Energian polttoainevalintojen aluetaloudelliset vaikutukset. Gaia Consulting Oy. Saatavilla 22.6.2020: https://ese.fi/assets/ese/files/ESE_polttoainevalintojen_aluetaloudelliset_vaikutukset.pdf.
- Wittwer, G. (eds.) (2012). *Economic Modeling of Water: The Australian CGE Experience*. Springer.
- Ympäristöministeriö (2020). Kansallinen ilmastopolitiikka. Saatavilla 8.6.2020: https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Kansallinen_ilmastopolitiikka
- ÅSUB, Ålands statistik- och utredningsbyrå (2019). Tillväxtstudie 2019. Ålands framtida möjligheter och utmaningar i ljuset av megatrender. ÅSUB Rapport 2019:10. https://www.asub.ax/sites/www.asub.ax/files/reports/rapport_2019_10_tillvaxtstudierapport.pdf

